

DISPOSITIVO Y PROCEDIMIENTO DE SONDEO SÍSMICO PORTÁTIL

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

CAMPO DE LA INVENCION

- 5 La presente invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento de sondeo sísmico portátil para su uso en relación con la sismología de reflexión para representar en un mapa formaciones subterráneas.

DESCRIPCION DE LA TÉCNICA ANTERIOR

- Es conocido en la industria de exploración del petróleo, gas, minerales y
10 agua el uso de exploraciones geofísicas sísmicas para representar en un mapa formaciones subterráneas, tales como pero no limitado a: estratigrafía de formaciones subterráneas, continuidad lateral de las capas geológicas, ubicaciones de paleocanales enterrados, posiciones de fallas en capas sedimentarias, topografía del basamento y otros. Estos mapas se pueden
15 deducir a través del análisis de la naturaleza de las reflexiones y refracciones de las ondas sísmicas generadas desde las interfaces entre las capas dentro de la formación subterránea.

- Normalmente, una fuente de energía sísmica se utiliza para generar ondas sísmicas que viajan a través de la tierra y luego son reflejadas por varias
20 formaciones subterráneas en la superficie de la tierra. En la superficie, estas ondas sísmicas reflejadas son detectadas por una serie de sensores de movimiento del suelo, conocidos como sismómetros o geófonos, que convierten las ondas detectadas en señales eléctricas. Las señales eléctricas se almacenan y analizan mediante un sistema de modelado por computadora para determinar
25 y mostrar la naturaleza de las formaciones subterráneas en un lugar alrededor

del punto en que se generaron las ondas sísmicas.

Los dispositivos de fuente de energía sísmica conocidos pueden estar en comunicación con un sistema de posición global (GPS) u otros sistemas de telemetría para proporcionar el registro de la ubicación precisa y el momento de la generación de ondas sísmicas. Normalmente, el dispositivo de fuente de energía sísmica es controlado y activado automáticamente por el sistema de telemetría, lo que puede presentar una desventaja potencial ya que se pueden producir múltiples registros de errores por fallos de disparo del dispositivo de fuente de energía sísmica. Otra desventaja de estos sistemas conocidos es que el usuario no tiene el control total del dispositivo de fuente de energía sísmica ya que la detonación es controlada por el sistema de telemetría.

Sería deseable extender la perforación a lugares que son sensibles al medio ambiente o con acceso vehicular limitado, que parecen superponerse a formaciones de petróleo y gas. De este modo, se han desarrollado y utilizado dispositivos portátiles de fuente de energía sísmica.

Se conoce el uso de vehículos que transportan o arrastran un dispositivo de fuente sísmica de un lugar a otro. En un lugar determinado, la fuente sísmica se coloca en contacto directo con el suelo. El dispositivo de fuente sísmica se activa para generar una onda sísmica. Sin embargo, los dispositivos de fuente sísmica tradicionales son muy pesados y, por lo tanto, deben ser dispuestos por un vehículo y, por lo general, requieren grandes cargas para crear una onda sísmica que pueda viajar a través de la tierra. Como las áreas ambientalmente sensibles prohíben o limitan estrictamente el acceso de equipos o vehículos pesados, los procedimientos existentes para generar ondas sísmicas no son adecuados para estas áreas. Estos grandes sistemas tampoco son deseables

para su aplicación en pozos poco profundos que abarcan grandes distancias laterales.

Los datos sísmicos son críticos para las compañías de petróleo y gas durante la exploración y el desarrollo de las reservas de petróleo y gas. Los datos
5 sísmicos se utilizan desde el primer punto en la exploración por la vida útil de un campo de petróleo o gas, y en algunos casos incluso después de que el pozo ha sido abandonado. Los datos sísmicos se utilizan para muchos fines diferentes; análisis de base amplia de las posibles cuencas de hidrocarburos, exploración localizada de un área prospectiva, imágenes de alta resolución antes de perforar
10 un pozo, durante todo el procedimiento de perforación (incluida la predicción de la presión de los poros y el análisis de microfracturas), y para mejorar la producción a medida que se desarrolla y optimiza un campo a lo largo de su vida productiva.

Mientras que los dispositivos descritos anteriormente cumplen con sus
15 objetos y requisitos, respectivos y particulares, las patentes mencionadas anteriormente no describen un dispositivo y procedimiento de sondeo sísmico portátil que permita la sismología de reflexión para representar en un mapa formaciones subterráneas con marcación de eventos provocados por detonación.

20 Por lo tanto, existe la necesidad de un nuevo y novedoso dispositivo y procedimiento de sondeo sísmico portátil que pueda usarse para la sismología de reflexión para representar en un mapa formaciones subterráneas. A este respecto, la presente invención satisface sustancialmente esta necesidad. A este respecto, el dispositivo y el procedimiento de sondeo sísmico portátil de acuerdo
25 con la presente invención se aparta sustancialmente de los conceptos y diseños

convencionales de la técnica anterior, y al hacerlo proporciona un aparato desarrollado principalmente con el fin de la sismología de reflexión para representar en un mapa formaciones subterráneas.

SUMARIO DE LA INVENCION

5 En vista de las desventajas anteriores inherentes a los tipos conocidos de sistemas de fuente sísmica ahora presentes, la presente invención proporciona un nuevo dispositivo y procedimiento de sondeo sísmico portátil, y supera las desventajas e inconvenientes mencionados anteriormente de los tipos conocidos de sistemas de fuentes sísmicas. En consecuencia, el fin general de la presente
10 invención, que se describirá posteriormente con mayor detalle, es proporcionar un nuevo y novedoso dispositivo y procedimiento de sondeo sísmico portátil que tenga todas las ventajas de la técnica anterior mencionada anteriormente y muchas características novedosas que resulten en un dispositivo y procedimiento de sondeo sísmico portátil que no se anticipa, se hace obvio,
15 sugiere, o incluso insinúa por la técnica anterior, ya sea solo o en cualquier combinación de los mismos.

 Para lograr esto, la presente invención incluye esencialmente un dispositivo de sondeo sísmico que incluye un conjunto superior, un percutor operativamente asociado con un accionador del percutor, un conjunto inferior
20 que incluye un soporte de cartucho, y un sensor de detonación. El soporte del cartucho puede tener una configuración capaz de retener un cartucho de carga explosiva de modo que el percutor pueda detonar operativamente el cartucho de carga explosiva. El sensor de detonación es capaz de detectar una condición de detonación del cartucho de carga explosiva.

25 Al menos un tubo se puede unir al conjunto superior, con el conjunto

inferior acoplable al tubo. El percutor se puede recibir de forma deslizable en el tubo.

El conjunto superior puede definir además una cavidad interna y al menos una ranura longitudinal en comunicación con la cavidad interna. La ranura longitudinal puede tener una configuración capaz de recibir de manera deslizable una parte de un conjunto de sujeción de sensor. Una parte del sensor de detonación se puede asociar con el conjunto de sujeción del sensor. El accionador del percutor se puede recibir de forma deslizante en la cavidad interna.

El conjunto de sujeción del sensor puede incluir un mango del accionador que presenta la parte que se puede recibir de manera deslizante en la ranura longitudinal. El mango del accionador puede definir una cavidad del mango del accionador con una configuración capaz de recibir al menos una parte del sensor de detonación.

El conjunto inferior puede incluir además una cámara de disparo acoplable al soporte del cartucho. La cámara de disparo puede definir un orificio de la cámara de disparo que tiene una configuración capaz de recibir a su través una punta de disparo del percutor. La punta de disparo es capaz de golpear un extremo iniciador del cartucho de carga explosiva para iniciar la detonación.

La cámara de disparo puede definir además una cavidad interna de la cámara de disparo en comunicación con el orificio de la cámara de disparo. La cavidad interna de la cámara de disparo puede tener una configuración capaz de recibir al menos una parte del soporte del cartucho.

Se han esbozado, de este modo, en un sentido bastante amplio, características de la invención para que la descripción detallada de la misma que

sigue pueda entenderse mejor y para que la presente contribución a la técnica pueda apreciarse mejor.

La invención también puede incluir un tubo inferior acoplable al tubo y a la cámara de disparo. El tubo inferior puede incluir canales definidos en una
5 superficie externa del mismo.

Aún más, la invención puede incluir al menos un conjunto de soporte de pie y/o al menos un mango.

Además, el soporte del cartucho puede incluir un extremo con brida que puede definir muescas dispuestas radialmente que tienen una configuración
10 capaz de ser enganchable con una herramienta para la rotación del soporte del cartucho.

La invención puede incluir además al menos una guía del percutor que se puede acoplar al percutor. La guía del percutor puede tener una configuración capaz de recibirse de forma deslizante en el tubo o en el tubo inferior.

15 Existen, por supuesto, características adicionales de la invención que se describirán a continuación y que constituirán el objeto de las reivindicaciones adjuntas.

Numerosos objetos, características y ventajas de la presente invención serán fácilmente evidentes para los expertos en la materia al leer la siguiente
20 descripción detallada de la presente invención, pero no obstante realizaciones ilustrativas, de la presente invención, cuando se toman junto con los dibujos adjuntos.

En consecuencia, los expertos en la materia apreciarán que la concepción, en que se basa la presente divulgación, se puede utilizar fácilmente
25 como base para el diseño de otras estructuras, procedimientos y sistemas para

llevar a cabo los diversos fines de la presente invención. Debe, por tanto, considerarse que las reivindicaciones incluyen tales construcciones equivalentes en la medida en que no se aparten del espíritu y ámbito de la presente invención.

Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un nuevo
5 y novedoso dispositivo y procedimiento de sondeo sísmico portátil que tenga todas las ventajas de los sistemas de fuente sísmica de la técnica anterior y ninguna de las desventajas.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un nuevo y novedoso dispositivo y procedimiento de sondeo sísmico portátil que pueda fabricarse y
10 comercializarse de manera fácil y eficiente.

Un objeto aún más de la presente invención es proporcionar un nuevo y novedoso dispositivo y procedimiento de sondeo sísmico portátil que tenga un bajo costo de fabricación con respecto a los materiales y la mano de obra, y que, por lo tanto, sea susceptible de bajos precios de venta al público consumidor,
15 por lo tanto, haciendo que dicho dispositivo y procedimiento de sondeo sísmico portátil esté disponible económicamente para el público que lo adquiere.

Otro objeto más de la presente invención es proporcionar un dispositivo de sondeo sísmico portátil y un procedimiento para la sismología de reflexión para representar en un mapa formaciones subterráneas. Esto permite la
20 portabilidad del dispositivo de sondeo sísmico que controla y activa el dispositivo de marcado de eventos en el momento de la detonación.

Por último, un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento nuevo y novedoso para utilizar un dispositivo de sondeo sísmico que incluya las etapas de taladrar al menos un pozo en el terreno para ser
25 inspeccionado, y proporcionar al menos un dispositivo de sondeo sísmico

portátil. Luego, insertar un conjunto inferior del dispositivo de sondeo sísmico portátil en el pozo. Después, comunicar un sensor de detonación del dispositivo de sondeo sísmico portátil con al menos un dispositivo de marcado de eventos. Después de lo cual, detonar un cartucho de carga explosiva dentro del pozo usando el dispositivo de sondeo sísmico portátil, y detectar la detonación del cartucho de carga explosiva mediante un sensor de detonación asociado con el dispositivo de sondeo sísmico portátil. Luego, transmitir una señal desde el sensor de detonación al dispositivo de marcado de eventos para activar un registro del tiempo de detonación y la ubicación geográfica del dispositivo de sondeo sísmico.

Estos objetos junto con otros objetos de la invención, y con las diversas características de novedad que caracterizan la invención, se señalan con particularidad en las reivindicaciones adjuntas y que forman parte de la presente divulgación. Para una mejor comprensión de la invención, sus ventajas operativas y los objetos específicos alcanzados por sus usos, se debe hacer referencia a los dibujos adjuntos y al material descriptivo en los que se ilustran realizaciones de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se comprenderá mejor y otros objetos distintos de los expuestos anteriormente se harán evidentes cuando se considere la siguiente descripción detallada de la misma. Dicha descripción hace referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 es una vista en perspectiva de una realización del dispositivo y procedimiento de sondeo sísmico portátil construido de acuerdo con los principios de la presente invención, representando las líneas en transparencia la

estructura ambiental y que no forman parte de la invención reivindicada.

La figura 2 es una vista en perspectiva del dispositivo de sondeo sísmico portátil de la presente invención.

La figura 3 es una vista en perspectiva despiezada del conjunto superior
5 de la presente invención.

La figura 4 es una vista en perspectiva en despiece ordenado del peso de disparo y del conjunto de soporte piezo de la presente invención.

La figura 5 es una vista en sección transversal del conjunto superior tomada a lo largo de la línea 5-5 en la figura 2.

10 La figura 6 es una vista en perspectiva despiezada del conjunto de soporte de pie de la presente invención.

La figura 7 es una vista en sección transversal del conjunto de soporte de pie tomada a lo largo de la línea 7-7 en la figura 2.

La figura 8 es una vista en perspectiva despiezada del conjunto inferior, la
15 guía del percutor, el percutor, la cámara de disparo y el soporte de disparo de la presente invención.

La figura 9 es una vista en sección transversal de la cámara de disparo de la presente invención.

La figura 10 es una vista en sección transversal del soporte de disparo
20 con un cartucho despiezado de la presente invención.

La figura 11 es una vista en sección transversal del conjunto inferior tomada a lo largo de la línea 11-11 en la figura 2.

La figura 12 es una vista en planta frontal de la herramienta de soporte de disparo de la presente invención.

25 Los mismos números de referencia se refieren a las mismas partes en las

distintas figuras.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Con referencia ahora a los dibujos, y particularmente a las Figs. 1-12, se muestra una realización del dispositivo de sondeo sísmico portátil y el
5 procedimiento de la presente invención, que generalmente se designa con el número de referencia **10**.

En la figura 1, un nuevo y novedoso dispositivo y procedimiento de sondeo sísmico portátil **10** de la presente invención para la sismología de reflexión destinada a representar en un mapa formaciones subterráneas se ilustra y se
10 describirá. Para recolectar datos de sondeos sísmicos en un campo **2** a sondear, una pluralidad (decenas, cientos o miles) de sismómetros de tierra **4** se pueden colocar en ubicaciones predeterminadas en o sobre el campo **2**. El sismómetro **4** más utilizado puede ser un geófono pequeño, portátil y de un solo componente que se planta en la tierra y que convierte el movimiento vertical del suelo en una
15 pequeña señal eléctrica analógica. Últimamente, dichos sensores han sido fabricados con receptores GPS acoplados localmente al sensor, así como una batería y suficiente memoria para registrar las señales detectadas por cada sensor de forma continua durante un período de varias semanas. Puede apreciarse que las unidades de detección digital más sensibles que detectan el
20 movimiento del suelo en tres dimensiones se pueden usar con la presente invención, proporcionando así mejores datos sísmicos y nuevas oportunidades para la formación de imágenes del subsuelo.

Luego se puede crear movimiento en el suelo con pequeñas cargas explosivas ubicadas dentro de un pozo **3** perforado en la superficie del terreno
25 según un ángulo variable y/o en una profundidad que puede determinarse de

manera variable según las condiciones locales utilizando un dispositivo de fuente sísmica portátil **12**. El ángulo del pozo **3** se puede configurar para facilitar la generación de ondas de corte. El tiempo y la posición de estas fuentes sísmicas deben ser muy precisos, cronometrados a la fracción de un milisegundo, con
5 precisiones de posiciones que van desde 5 metros hasta menos de un metro dependiendo de los objetos de adquisición geofísicos.

Cuando las ondas sísmicas del movimiento del suelo creadas por el dispositivo de fuente sísmica **12** viajan por la tierra, reflejan y refractan las capas geológicas del subsuelo. En el límite entre cada capa geológica, se reflejará algo
10 de energía y el resto de la energía continuará a través del límite. A medida que estas señales reflejadas y refractadas son detectadas por los sismómetros **4** en la superficie, se graban localmente en la memoria digital acoplada al sensor o se transmiten por cable o mediante transmisión inalámbrica a un sistema de registro central (no se muestra) que registra todo el movimiento del suelo reflejado
15 detectado por todos los sismómetros **4** en la superficie.

Al procesar estos datos, una imagen altamente detallada de las capas subsuperficiales del campo **2** se puede crear. Esto permite a los geofísicos, los geólogos e ingenieros interpretar y comprender las capas subsuperficiales con ventajas sobre otras tecnologías de formación de imagen.

20 De manera más particular, el dispositivo de fuente sísmica **12** puede estar en comunicación con un dispositivo de marcado de eventos GPS **5** que está en comunicación con un GPS o antena de localización **6** que se puede montar en un perno roscado **18** en la parte superior del dispositivo de fuente sísmica **12**. El dispositivo de marcado de eventos GPS **5** puede ser, pero sin limitarse a, un
25 instrumento Leica GS25 GNSS o dispositivo similar, que puede ser portátil y/o

llevarse en una mochila. El dispositivo de marcado de eventos GPS **5** puede estar en comunicación con el sistema de grabación central en tiempo real o los datos del evento se pueden cargar en el sistema de grabación central en un momento posterior.

5 Como se ilustra mejor en la Fig. 2, el dispositivo de fuente sísmica **12** puede incluir un conjunto superior **14**, un conjunto de soporte de sensor **40**, un tubo principal **60**, un conjunto de soporte de pie **76** y un tubo inferior **80**. El tubo inferior **80** puede tener una parte de inserción en el suelo con un extremo que incluye una cámara de disparo **100** y un soporte de cartucho **130**. Se puede
10 apreciar que la cámara de disparo **100** y el soporte de cartucho **130** pueden conectarse directamente al tubo principal **60**, sin el uso del tubo inferior **80**. También se puede apreciar que la longitud del tubo principal **60** y tubo inferior **80** así como la posición y el diámetro del conjunto de soporte de pie **76** se puede variar para tener en cuenta las diferentes profundidades deseadas del orificio y
15 las condiciones locales.

 En referencia a la Fig. 3, el conjunto superior **14** puede incluir una carcasa tubular **15** que define una cavidad interior o interna hueca, y presentando un primer extremo **16** cerrado con una tapa de extremo ajustable **17** y el perno roscado **18**, y un segundo extremo **24**. El perno roscado **18** puede ser acoplable
20 de forma roscada con la tapa de extremo **17**, recibándose un extremo del perno roscado **18** en el interior hueco. El perno roscado **18** puede incluir un extremo de gancho para colgar el dispositivo de fuente sísmica **12** o unos dispositivos periféricos adicionales se pueden unir de forma roscada al perno roscado **18**. El perno roscado **18** puede incluir además un mecanismo de liberación rápida para
25 instalar el dispositivo periférico y/o la antena GPS **6** en este. Una contratuerca y

una arandela de bloqueo se pueden acoplar de forma roscada con el perno roscado **18** para sujetar con más seguridad el perno roscado **18** en posición y evitar su rotación.

Un par de ranuras de guía **20** se pueden definir a través de la carcasa tubular **15** en oposición entre sí, con las ranuras de guía **20** en comunicación con el interior hueco. Las ranuras de guía **20** pueden incluir una ranura longitudinal **21** sustancialmente paralela a un eje longitudinal del conjunto superior **14**, y una ranura lateral **22**.

El segundo extremo **24** puede estar entallado o rebajado de forma anular para definir un diámetro mayor que el interior hueco, creando así un reborde del conjunto superior **26**. El segundo extremo **24** puede incluir roscado interno u otros medios de acoplamiento.

El tubo principal **60** define un interior hueco capaz de recibir libremente un percutor **70** a través de él, y un primer extremo con bridas **62**. El primer extremo con bridas **62** tiene una configuración que puede ser recibida en el segundo extremo **24** y capaz de apoyarse contra el reborde del conjunto superior **26** cuando esté completamente ensamblado. El primer extremo con bridas **62** puede incluir además roscas externas o medios de acoplamiento capaces de enganchar con la rosca interna del segundo extremo **24**, conectando así el conjunto superior **14** y el tubo principal **60** juntos.

En referencia a la Fig. 4, un accionador del percutor **30** puede ser un peso de disparo que puede tener una configuración que se pueda recibir de forma deslizante en el interior hueco del conjunto superior **14**. El peso de disparo **30** puede incluir un agujero **32** definido en paralelo con un eje longitudinal del peso de disparo **30** que es capaz de recibir una primera parte terminal del percutor **70**.

El peso de disparo **30** además puede incluir un par de orificios de mango **34** opuestos entre sí y laterales al orificio **32**, y una parte terminal extendida **36**. La parte terminal extendida **36** puede presentar lados ahusados.

Se puede apreciar que el accionador del percutor **30** puede ser en la
5 alternativa, pero sin limitarse a, un elemento de presión, un medio de accionamiento lineal o un medio de accionamiento giratorio, que es capaz de avanzar y/o retraer el percutor **70**.

La parte del percutor **70** recibida en el agujero **32** está asegurado en su lugar por al menos un tornillo de ajuste **39** acoplado de manera roscada con al
10 menos un agujero de tornillo de ajuste **38** definido lateralmente y en comunicación con el agujero **32**. El tornillo de ajuste **39** es capaz de entrar en contacto con una superficie externa del percutor **70** sujetando así el percutor **70** y el peso de disparo **30** juntos. El percutor **70** puede estar picado para anidar el tornillo de ajuste **39**, o un orificio se puede definir a través del percutor **70** para
15 recibir el tornillo de ajuste **39**, o incluso todavía el percutor **70** se puede texturizar para crear una fuerza de agarre con el tornillo de ajuste **39** y/o la superficie del accionador **30** que define el agujero **32**.

Un primer mango del accionador **42** incluye un extremo roscado **44** capaz de engancharse con uno de los agujeros del mango **34**, en el que el extremo
20 roscado **44** puede tener una configuración que se pueda recibir de forma deslizante a través de una de las ranuras de guía **20**.

El conjunto de soporte de sensor **40** puede incluir un segundo mango del accionador **46** con un extremo roscado **48** capaz de enganchar con el otro de los agujeros del mango **34**, en el que el extremo roscado **48** puede tener una
25 configuración que pueda recibirse de forma deslizante a través de la otra de las

ranuras de guía **20**. El segundo mango del accionador **46** puede incluir un rebaje con una configuración capaz de recibir al menos una primera parte terminal de un sensor de detonación **54**. Al menos un tornillo de ajuste puede ser acoplable de forma roscada con un agujero de tornillo de ajuste **49** definido lateralmente a través del segundo mango del accionador **46** para sujetar la primera parte terminal del sensor de detonación **54** al segundo mango del accionador **46**. Se puede apreciar que el primer mango del accionador **42** y el segundo mango del accionador **46** son idénticos, simplificando así la fabricación y el montaje.

De manera alternativa, un soporte de sensor **50** se puede usar para sujeción adicional del sensor de detonación **54**. El soporte de sensor **50** puede incluir una carcasa tubular con un interior hueco y una ranura de cableado **52** paralela a un eje longitudinal del soporte de sensor **50**. El interior hueco del soporte de sensor **50** puede tener una configuración capaz de recibir una segunda parte terminal del sensor de detonación **54**, con paso del cableado **56** del sensor de detonación **54** y recibido de manera deslizable a través de la ranura de cableado **52**. Al menos un tornillo de ajuste puede ser acoplable de forma roscada con un agujero de tornillo de ajuste **53** definido lateralmente a través del soporte de sensor **50** para sujetar la segunda parte terminal del sensor de detonación **54** al soporte de sensor **50**.

El sensor de detonación **54** puede ser cualquier dispositivo sensor que sea capaz de detectar una condición operativa del dispositivo de fuente sísmica **12**. El sensor de detonación **54** puede ser, pero sin limitarse a, un sensor piezoeléctrico que utiliza el efecto piezoeléctrico para medir los cambios de presión, aceleración, temperatura, tensión, o fuerza al convertirlos en una señal eléctrica. El sensor de detonación **54** puede también ser, solo o en combinación,

un sensor acústico, un sensor de impacto, un sensor térmico, interruptor de contacto eléctrico (acoplado a una batería) y similares. Esta señal eléctrica se puede comunicar al dispositivo de marcado de eventos GPS **5** a través del cableado **56** o de forma inalámbrica. El sensor de detonación **54** está configurado para detectar una condición operativa del dispositivo de fuente sísmica **12**, para activar un marcado de evento con el dispositivo de marcado de eventos GPS **5**.

Un interruptor **58** se puede asociar con el cableado **56** para controlar la tensión o la transmisión de la señal del sensor de detonación **54** al dispositivo de marcado de eventos GPS **5**. La interrupción de la tensión o transmisión de la señal desde el sensor de detonación **54** puede evitar la grabación involuntaria y/o el marcado de eventos por parte del dispositivo de marcado de eventos GPS **5**. Se puede apreciar que el interruptor **58** se podría aumentar con o reemplazar por un dispositivo electrónico capaz de eliminar impulsos eléctricos espurios que se originan en el sensor de detonación **54**. Dicho dispositivo también podría registrar las características de esos impulsos eléctricos, como el nivel de tensión, temporización de la subida o caída de tensión, y así sucesivamente.

Como se ilustra mejor en la Fig. 5, el primer extremo con bridas **62** del tubo principal **60** puede incluir un rebaje anular definido internamente **64** capaz de recibir una parte terminal del peso de disparo **30** de modo que al menos la parte terminal extendida **36** del peso de disparo **30** es admisible en el interior hueco del tubo principal **60**. El rebaje **64** tiene un diámetro mayor que el diámetro del interior hueco del tubo principal, creando así un reborde anular lateral al interior hueco del tubo principal.

Por lo tanto, se puede apreciar que el sensor de detonación **54** se puede sujetar al segundo mango del accionador **46** y el soporte piezo **50** exterior al

conjunto superior **14**, siendo el segundo mango del accionador **46** asegurable al peso de disparo **30** ubicado en el interior hueco del conjunto superior **14**. El movimiento longitudinal del peso de disparo **30** y el percutor **70** dependen de la ubicación del primer y segundo mango del accionador **42, 46** en relación con las

5 ranuras de guía **20**, respectivamente. En concreto, el peso de disparo **30** y el percutor **70** pueden moverse en una dirección paralela al eje longitudinal del conjunto superior **14** solo cuando los extremos roscados **44, 48** de los mangos del accionador primero y segundo **42, 46** están en la ranura longitudinal **21** de las ranuras de guía **20**, respectivamente. Un mayor movimiento del peso de

10 disparo **30** está prohibido cuando el peso de disparo **30** contacta con el reborde anular que define el rebaje **64**.

Se puede apreciar que la longitud de la ranura longitudinal **21** y/o la distancia del reborde anular que define el rebaje **64** desde la ranura lateral **22** determina la distancia de recorrido del peso de disparo **30** y el percutor **70**.

15 La ranura lateral **22** de las ranuras de guía **20** ilustrada en la Fig. 3 puede contener otras características que también están dentro del ámbito de la presente invención. Por ejemplo, una característica de la presente invención es una ranura de seguridad (no mostrada) que se extiende desde la ranura lateral **22** en una dirección paralela a la ranura longitudinal **21**. La ranura de seguridad

20 puede recibir los extremos roscados **44, 48** de los mangos del accionador primero y segundo **42, 46** en una posición bloqueada evitando así el movimiento accidental en la ranura longitudinal **21** y evitando la caída no deseada del peso de disparo **30** y el percutor **70**. Además, las funciones de bloqueo se pueden implementar con la ranura de guía **20** y/o al menos uno de los mangos del

25 accionador **42, 46** para evitar la caída no deseada del peso de disparo **30** y el

percutor **70**.

Un par de mangos **74** puede fijarse al tubo principal **60** por medio de una abrazadera de sujeción. La abrazadera de sujeción de cada uno de los mangos **74** se puede acoplar mediante sujetadores o un mecanismo de liberación rápida
5 para producir una fuerza de sujeción contra el tubo principal **60**. Se puede apreciar que los mangos **74** se pueden sujetar de manera ajustable a lo largo del tubo principal **60** en cualquier ubicación y/u orientación deseada.

En referencia a la Fig. 6, el conjunto de soporte de pie **76** puede incluir un par de placas semicirculares, cada una definida por un agujero **77** capaz de
10 recibir el tubo principal **60** a su través. Cada placa **76** es asegurable a un soporte de placa de pie **78**. Cada soporte de placa de pie **78** puede incluir un sostén de sujeción de soporte de pie, que se pueden acoplar mediante sujetadores o mecanismos de liberación rápida para producir una fuerza de sujeción contra el tubo principal **60**. Puede apreciarse que el conjunto de soporte de pie **76** se
15 puede sujetar de manera ajustable a lo largo del tubo principal **60** en cualquier ubicación y/u orientación deseada.

Volviendo a la Fig. 7, el tubo principal **60** puede incluir un segundo extremo **66** con un rebaje anular definido internamente capaz de recibir de forma acoplada un primer extremo **82** del tubo inferior **80**. El tubo inferior **80** Incluye un
20 interior hueco capaz de recibir libremente el percutor **70** a su través. Se puede apreciar que el segundo extremo **66** del tubo principal **60** y el primer extremo **82** del tubo inferior **80** se pueden configurar para formar una conexión interior y/o exterior alineada entre el tubo principal **60** y el tubo inferior **80**.

El tubo inferior **80** puede incluir una pluralidad de canales **84** definidos en
25 una superficie externa del mismo, tal y como se ilustra en las Figs. 1, 2 y 12. Los

canales **84** evitan que se cree un vacío al insertar y/o retirar el tubo inferior **80** en/desde el suelo. Se puede apreciar que el tubo inferior **80** puede incluir uno o más dispositivos de detección de suelo, tales como para la detección, pero sin limitarse a, la humedad del suelo, radiación fotosintéticamente activa (PAR) en la superficie del suelo, temperatura del suelo, respiración del suelo, flujo de calor del suelo, radiación solar, detección de gas, radiación, nivel de pH, mediciones geoquímicas y similares.

Como se muestra en general en la Fig. 8, el conjunto de tubo inferior incluye el tubo inferior **80**, una cámara de disparo **100** acoplable al tubo inferior **80**, y un soporte de cartucho **130** acoplable a la cámara de disparo **100**. Un cartucho de carga explosiva **150** se puede cargar en un extremo del soporte de cartucho **130**.

Tal y como mejor se ilustra en las Figs. 8 y 11, el tubo inferior **80** presenta un segundo extremo **86** que puede incluir una muesca o rebaje anular interno con un diámetro mayor que el interior hueco del tubo inferior **80** creando así un reborde de tubo inferior. El segundo extremo **86** puede incluir roscado interno u otros medios de acoplamiento.

El percutor **70** se recibe libremente a través del interior hueco del tubo inferior **80**, para que una punta de disparo **72** ubicada en un extremo libre del percutor **70** sea admisible en la cámara de disparo **100**. Al menos una guía de percutor **90** puede sujetarse al percutor **70** para guiar su movimiento dentro del tubo principal **60** y/o el tubo inferior **80**. La guía de percutor **90** tiene una configuración que puede recibirse de forma deslizante dentro del interior hueco del tubo principal **60** o el tubo inferior **80**. Un agujero **92** se define a través de la guía de percutor **90** en paralelo a su eje longitudinal, con el agujero **92** capaz de

recibir a su través una parte del percutor **70**.

La parte del percutor **70** recibida en el agujero **92** está sujeta en su lugar por al menos un tornillo de ajuste **98** acoplado de manera roscada con al menos un agujero de tornillo de ajuste **96** definido lateralmente y en comunicación con el agujero **92**. El tornillo de ajuste **98** es capaz de entrar en contacto con una superficie externa del percutor **70** sujetando así el percutor **70** y la guía de percutor **90** entre sí. El percutor **70** puede estar picado para anidar el tornillo de ajuste **98**, o un orificio se puede definir a través del percutor **70** para recibir el tornillo de ajuste **98**, o incluso todavía el percutor **70** se puede texturizar para crear una fuerza de agarre con el tornillo de ajuste **98** y/o la superficie de la guía de percutor **90** que define el agujero **92**.

Una muesca **94** se define a lo largo de una superficie externa de la guía de percutor **90** para acomodar una cabeza o protuberancia del tornillo de ajuste **98**, evitando así que la cabeza o protuberancia del tornillo de ajuste **98** contacte con la superficie interna del tubo principal **60** o el tubo inferior **80**.

Tal y como se ilustra en las Figs. 9 y 11, la cámara de disparo **100** incluye un primer extremo **102** que define un primer agujero terminal **104** capaz de recibir de forma deslizable a su través la punta de disparo **72**, y un segundo extremo con bridas **106**. Una porción externa de la cámara de disparo **100** puede incluir roscado externo u otros medios de acoplamiento capaces de engancharse con el roscado interno del segundo extremo **86** del tubo inferior **80** o el segundo extremo **66** del tubo principal **60**, conectando así el tubo inferior **80** o tubo principal **60** y la cámara de disparo **100** juntos. El primer extremo **102** tiene una configuración capaz de apoyarse contra el reborde creado por el segundo extremo rebajado **86** cuando esté completamente ensamblado.

Se puede apreciar que una superficie externa del segundo extremo con bridas **106** puede incluir protuberancias y/o retenes que se pueden enganchar con una herramienta para rotar la cámara de disparo **100** ayudando así en el montaje y/o desmontaje de los mismos.

5 La cámara de disparo **100** puede definir además una cavidad interna **108** capaz de recibir una porción del soporte de cartucho **130**, con la cavidad interna **108** en comunicación con el primer agujero terminal **104**. La cavidad interna **108** puede incluir una cavidad de extremo abierto **110**, una primera porción de cavidad de transición **112** en comunicación con la cavidad de extremo abierto **110**, una cavidad intermedia **114** en comunicación con la primera porción de cavidad de transición **112**, una segunda porción de cavidad de transición **116** en comunicación con la cavidad intermedia **114**, y una cavidad de extremo cerrado **118** en comunicación con la segunda porción de cavidad de transición **116** y el primer agujero terminal **104**.

15 La cavidad intermedia **114** tiene un diámetro menor que un diámetro de la cavidad de extremo abierto **110** y/o la cavidad de extremo cerrado **118**, con la primera y segunda porciones de cavidad de transición **112**, **116** con un perfil plano o arqueado.

20 Un rebaje de tapa de cartucho **120** se puede definir en la cámara de disparo **100** adyacente a y en comunicación con la cavidad de extremo cerrado **118**. El rebaje de tapa de cartucho **120** es capaz de recibir un extremo iniciador **152** del cartucho de carga explosiva **150**.

25 Tal y como se ilustra en las Figs. 10 y 11, el soporte de cartucho **130** puede incluir un agujero pasante **132** definido a través del soporte de cartucho **130** paralelo a un eje longitudinal del mismo. El agujero pasante **132** es capaz

de recibir un cuerpo del cartucho de carga explosiva **150** con un diámetro inferior a un diámetro del extremo iniciador **152**, evitando así que el extremo iniciador **152** pase a su través. Por consiguiente, el extremo iniciador **152** puede apoyarse contra un primer extremo **134** del soporte de cartucho **130**.

5 El soporte de cartucho **130** puede incluir una porción con bridas **136** adyacente al primer extremo **134**, una porción intermedia **138** adyacente a la porción con bridas **136**, una porción de transición **140** adyacente a la porción intermedia **138**, una porción de guía **142** adyacente a la porción de transición **140**, y un extremo con bridas **144** adyacente a la porción de guía **142**.

10 El primer extremo **134** es capaz de desplazarse a través de la cavidad de extremo abierto **110** y la cavidad intermedia **114** a fin de poder ser recibido en la cavidad de extremo cerrado **118** de la cámara de disparo **100** cuando se monta. La porción intermedia **138** es capaz de viajar a través de la cavidad de extremo abierto **110**, y puede incluir roscado externo u otros medios de enganche de
15 acoplamiento acoplables con roscado interno de la cavidad intermedia **114** de la cámara de disparo **100**. La porción de guía **142** se puede recibir en la cavidad de extremo abierto **110** de la cámara de disparo **100**.

El extremo con bridas **144** puede incluir muescas radiales **146** que son enganchables con los dientes **156** de una herramienta **154** (Fig. 12) tal como,
20 pero sin limitarse a, una llave inglesa, grilletes, alicates y similares. La herramienta **154** es capaz de girar el soporte de cartucho **130** ayudando así en el montaje y/o desmontaje del mismo.

Como se ilustra mejor en la Fig. 11, el cartucho de carga explosiva **150** se recibe en el agujero **132** del soporte de cartucho **130** para que el extremo
25 iniciador **152** se apoye en el primer extremo **134**. El primer extremo **134** del

soporte de cartucho **130** se recibe en la cavidad interna **108** de la cámara de disparo **100** para que el soporte de cartucho **130** se una a la cámara de disparo **100**. El primer extremo **102** de la cámara de disparo **100**, con el soporte de cartucho montado **130**, se recibe entonces en el segundo extremo **86** del tubo inferior **80**.

Cuando se monta, el percutor **70** puede moverse recíprocamente dentro del interior hueco del tubo inferior **80** siendo guiado por la guía de percutor **90** unida al percutor **70**. La punta de disparo **72** puede moverse recíprocamente dentro del primer agujero terminal **104** con el fin de impactar en el extremo iniciador **152** del cartucho de carga explosiva **150**.

En uso, ahora se puede entender que al menos un pozo **3** se perfora debajo de la superficie de la tierra **2**. Unos sismómetros de tierra **4** se colocan en lugares predeterminados en o sobre el campo **2** en lugares asociados con el pozo **3**. La presente invención puede ser utilizada en, pero sin limitarse a, exploración de petróleo y gas, trabajos geotécnicos asociados a puentes de ingeniería, oleoductos, caminos, túneles y similares. La formación de imagen de roca impermeable y el o los depósitos subyacentes asociados con la producción de SAGD también se contemplan para posibles usos de la presente invención.

Un usuario insertaría el cartucho de carga explosiva **150** en el agujero **132** del soporte de cartucho **130** con su extremo iniciador **152** apoyándose en el primer extremo **134** del soporte de cartucho **130**. El soporte de cartucho **130** luego se puede acoplar a la cámara de disparo **100**. La herramienta **154** puede usarse para ayudar a enganchar el soporte de cartucho **130** con la cámara de disparo **100**.

Por seguridad, el usuario posicionaría y retendría los extremos roscados.

44, 48 de los mangos del accionador primero y segundo **42, 46** en su respectiva ranura lateral **22** para que el peso de disparo **30** y el percutor **70** estén en una posición no operable. El sensor de detonación **54** está sujeto al segundo mango del accionador **46** y el soporte piezo **50**.

5 Mientras que está en esta posición no operable, la cámara de disparo **100** y el soporte del cartucho de montaje **130** luego se pueden acoplar al segundo extremo **86** del tubo inferior **80**, con la punta de disparo **72** adyacente o recibida en el primer agujero terminal **104** de la cámara de disparo **100**. La herramienta **154** se puede usar para ayudar a enganchar la cámara de disparo ensamblada
10 **100** y el soporte de cartucho **130** con el tubo inferior **80** o el tubo principal **60**.

El dispositivo de fuente sísmica **12** luego se puede insertar en el pozo **3** de modo que quede en una orientación sustancialmente vertical. El usuario puede pararse en el conjunto de soporte de pie **76**, y puede agarrar al menos uno de los mangos **74**.

15 Cuando esté listo, el usuario puede operar el interruptor **58** para permitir la comunicación desde el sensor de detonación **54** al dispositivo de marcado de eventos GPS **5**, y luego mover el primer mango del accionador **42** y/o segundo mango del accionador **46** para que sus extremos roscados **44, 48** se muevan fuera de su respectiva ranura lateral **22** y en su respectiva ranura longitudinal **21**.
20 En esta posición operable, los extremos roscados **44, 48** de los mangos del accionador primero y segundo **42, 46** son libres de caer o viajar a lo largo de la ranura longitudinal, debido a la gravedad y al peso del peso de disparo **30** o cualquier otra fuerza motriz.

 Cuando el peso de disparo **30** cae simultáneamente mueve el percutor **70**
25 hacia la cámara de disparo **100** hasta que la punta de disparo **72** golpea el

extremo iniciador **152** del cartucho de carga explosiva **150**, detonando así el cartucho de carga explosiva **150** dentro del pozo **3**. Al contacto, el cartucho de carga explosiva **150** se detona creando una onda sísmica que se propaga desde el interior del pozo **3** y a través de la tierra hasta que se refleja y refracta en las

5 capas geológicas del subsuelo en el campo **2**.

El sensor de detonación **54** detecta la detonación del cartucho de carga explosiva **150** y genera una tensión o señal al dispositivo de marcado de eventos **GPS 5**. El dispositivo de marcado de eventos **GPS 5** a continuación se dispara por esta señal del sensor de detonación **54** para registrar el tiempo preciso ($T = 0$) y la ubicación geográfica de la detonación. El tiempo de detonación ($T = 0$) se puede registrar con una precisión inferior a milisegundos. Se puede apreciar que el sensor de detonación **54** activa y controla el funcionamiento del dispositivo de marcado de eventos **GPS 5**, y el dispositivo de marcado de eventos **GPS 5** no controla el tiempo de detonación. Se puede apreciar que el cartucho de carga

10 explosiva **150** puede ser diseñado con un retraso, en cuyo caso, el retraso conocido se puede agregar al tiempo de detonación señalado por el sensor de detonación **54** para proporcionar un tiempo de detonación ajustado más preciso ($T = 0$).

Las ondas reflejadas y refractadas regresan hacia los sismómetros de tierra **4**, que también pueden estar equipados con unidades **GPS** que registran el tiempo de recepción y/o ubicación geográfica. El tiempo de detonación del dispositivo de marcado de eventos **GPS 5** y los tiempos de recepción de los sismómetros **4** pueden comunicarse, junto con las ubicaciones geográficas, al sistema central de grabación para su correlación. El sistema central de grabación

15 puede entonces procesar el tiempo y la ubicación de la detonación, y los tiempos

20

25

y ubicaciones de recepción, para proporcionar información de formación geológica.

De manera alternativa, el segundo extremo **66** del tubo principal **60** y el primer extremo **82** del tubo inferior **80** se pueden asociar con un cojinete, y se
5 pueden acoplar unos medios de accionamiento al tubo inferior **80** para girar el tubo inferior **80** en relación con el tubo principal **60**. El tubo inferior **80** o el soporte de cartucho **130** pueden incluir además una broca o dientes que sean capaces de perforar el suelo. Combinando así un medio con el conjunto inferior.

Además, se puede apreciar que el conjunto inferior puede incluir un medio
10 de carga automática del cartucho de carga explosiva, que es capaz de retirar un cartucho de carga explosiva gastado y cargar un nuevo cartucho de carga explosiva para su uso posterior. El dispositivo de fuente sísmica **12** puede incluir además un dispositivo de sujeción capaz de contener uno o más cartuchos de carga explosiva **150**. El percutor **70** puede tener una configuración capaz de
15 detonar simultáneamente varios cartuchos de carga explosiva **150**, algunas de las cuales tendrían diferentes orientaciones (vertical, lateral, etc.).

Además, se puede apreciar que el dispositivo de fuente sísmica **12** puede incluir un nivel de burbuja (burbuja) o un nivel electrónico que tenga una configuración capaz de indicar un ángulo del dispositivo **12** en relación con el
20 nadir de la tierra.

Además, se puede apreciar que todos los acoplamientos de rosca descritos anteriormente pueden reemplazarse con cualquier medio de acoplamiento mecánico tal como, pero sin limitarse a, trinquetes, clips, broches, imanes, pestañas, llaves, cuñas, superficies de ajuste a presión, adhesivos,
25 soldadura y similares. Además, cualquiera o todos los bordes de transición

pueden ser achaflanados o biselados.

Mientras que las realizaciones del dispositivo y procedimiento de sondeo sísmico portátil se han descrito en detalle, debe ser evidente que son posibles modificaciones y variaciones de las mismas, todo lo cual cae dentro del verdadero espíritu y ámbito de la invención. Con respecto a la descripción anterior, se debe tener en cuenta que las relaciones dimensionales óptimas para las partes de la invención, para incluir variaciones de tamaño, materiales, forma, formato, función y modo de operación, montaje y uso, se consideran fácilmente evidentes y obvias para un experto en la materia, y se pretende que todas las relaciones equivalentes a las ilustradas en los dibujos y descritas en la memoria descriptiva estén abarcadas por la presente invención. Por ejemplo, se puede usar cualquier material resistente adecuado.

Por lo tanto, lo anterior se considera solo como ilustrativo de los principios de la invención. Asimismo, dado que los expertos en la materia pensarán fácilmente numerosas modificaciones y cambios, no se desea limitar la invención a la construcción y operación exactas mostradas y descritas, y en consecuencia, se puede recurrir a todas las modificaciones y equivalentes adecuados, entrando dentro del ámbito de la invención.